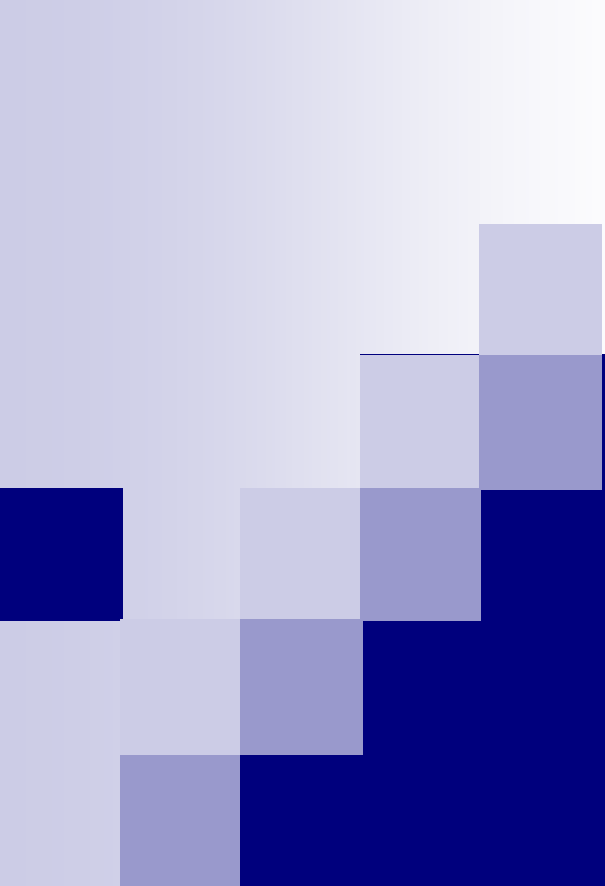




Elektroonilised Navigatsioonivahendid

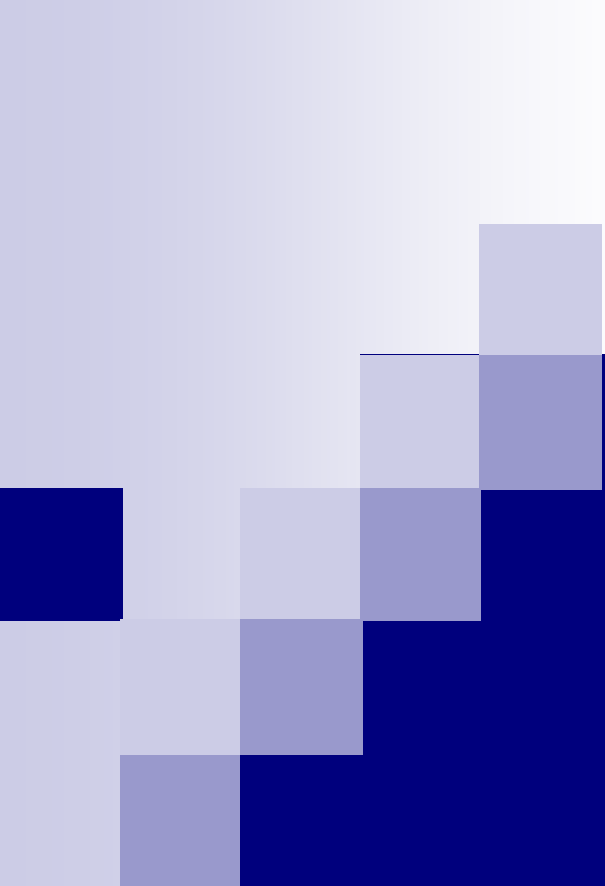
Kompass

GPS

RADAR

Kajalood

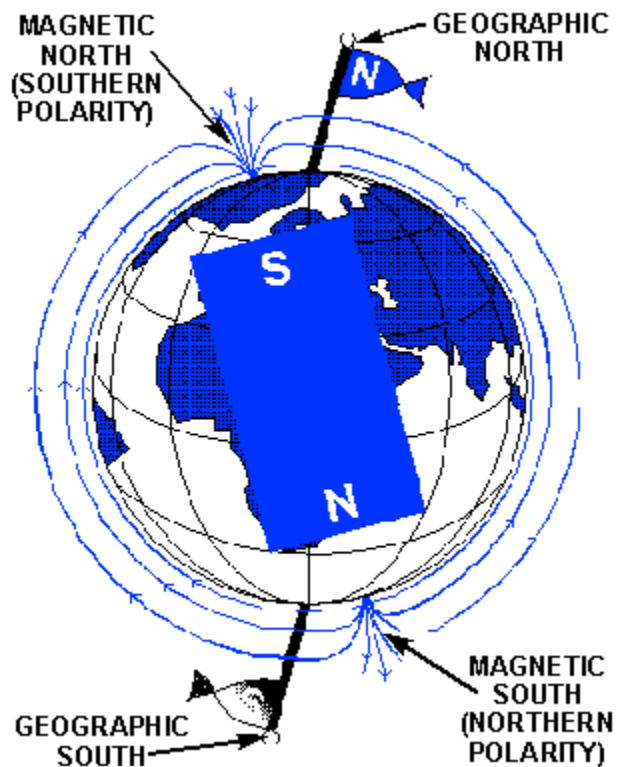
AIS



Kompass

Magnetkompass

- töö põhineb kompassi-
nõela suunatusel piki
Maa magnetvälja jõujooni

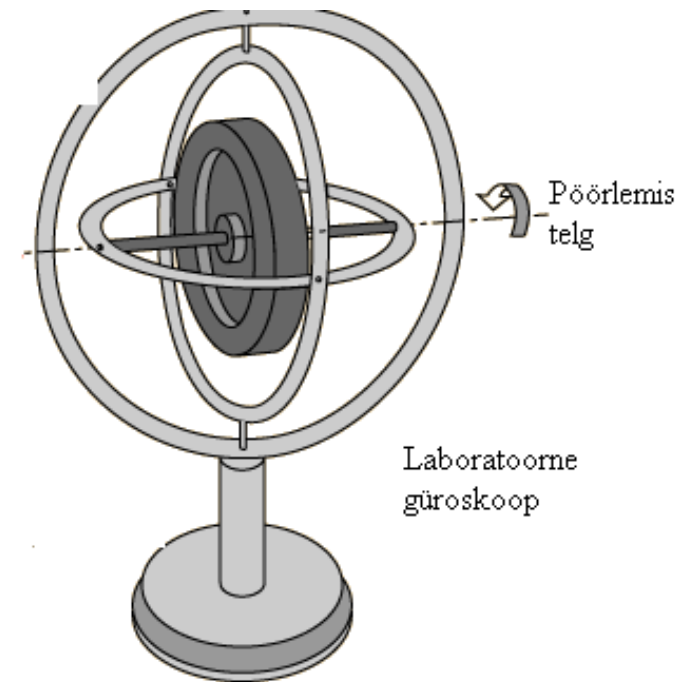


Mida peab arvestama magnetkompassi kasutamisel

1. magnetkompassi nõel ei näita geograafilise pooluse (tõelise meridiaani) suunda, vaid Maa magnetpooluse suunda
 - ☐ Maa geograafiline poolus ja magnetpoolus ei asu ühes ja samas kohas
 - ☐ Selle tulemusel tekib nähtus, mida nimetatakse deklinatsiooniks ehk variatsiooniks
2. magnetnõela mõjutatavus suurtest metallkonstruktsioonidest, näiteks ehitustest ja laeva metallkerest, s.t. inimese poolt tekitatud magnetväljadest kompassi läheduses

Gürokompass e. vurrkompass

- kompass sunniti näitama geograafilise meridiaani suunda
- töö põhineb asjaolul, et vabalt üles riputatud pöörleva güroskoopi telg säilitab suuna maailmaruumi suhtes
- Laboratoorne güroskoop on asetatud kardaanrõngastele, et pöörlemisteljel oleks võimalik võtta ükskõik milline asendi



Laboratoorsest güroskoobist vurrkompassiks

- Güroskoobi muutmiseks kursinäituriks peame mõjutama güroskoobi telge mingi välise jõuga.
- Kasutatakse ära Maa gravitatsioonjõud.
- Güroskoobi alla on riputatud raskus
- maakera keskme poole suunatud raskusjõud mõjutab güroskoobi telge, mille tulemusel tekib süsteemi telje liikumine meridiaani tasapinna poole –
pretsessioon

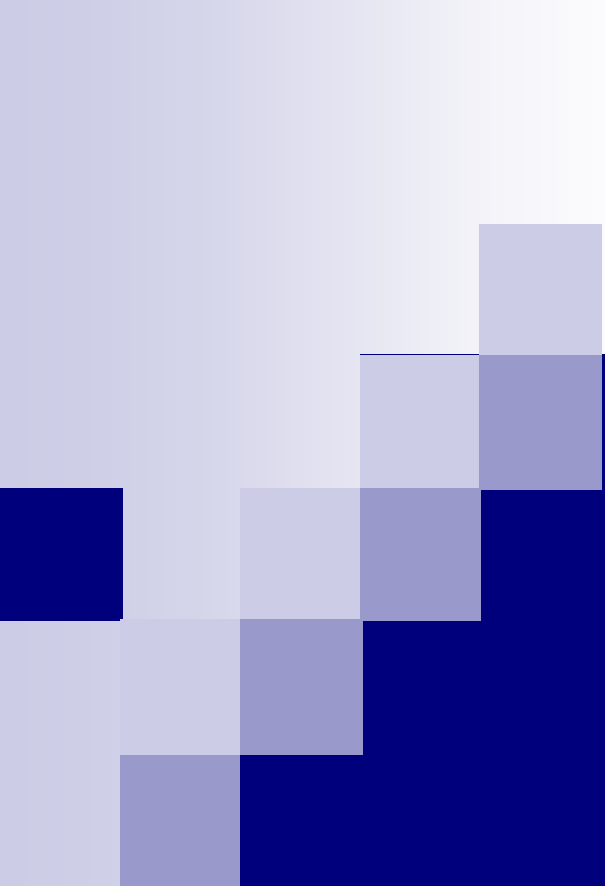
- GÜROSKOOP-seadme kasutamiseks meridiaani näiturina, kasutatakse GÜROSKOobi telje võnkumiste kustutamiseks nn. vedelikrahusteid, mis peale gürokompassi käivitamist, mõne aja möödudes, fikseerivad güroskoobi telje meridiaani suunas
- Vurrkompassides güroskoop kujutab endast erilist elektrimootorit, mis on paigutatud hermeetilise sfääri sisse, mida nimetatakse gürosfääriks ja mis ujub vedelikus
- Vedeliku kaudu antakse nn. güromootoritele elektrienergiat. Mootorid pöörlevad ca 30 000 pööret minutis

- 
- Gürosfääri ümbritseb jälgiv sfäär, mida eraldab gürosfäärist vedelikukiht ja mis annab laeva kursi andmed edasi näituritele e. repiiteritele.
 - Vedeliku põhilisteks komponentideks on destilleeritud vesi, glütseriin, booraks
 - Gürosfäär, jälgiv sfäär ja vedelik on hermeetiliselt suletud anumad, mille kaanel on vurrkompassi tööks vajalikud seadmed



Satelliit e. GPS-kompass

- GPS näitab suunda tõelise meridiaani Põhja-suuna suhtes, kui ollakse liikumises
- Kui väikelaev on varustatud kahe GPS-vastuvõtjaga (lisaks peaseadmele on teine veel vööris), on võimalik tõelist kurssi näidata ka kohapeal seistes



GPS

GPS

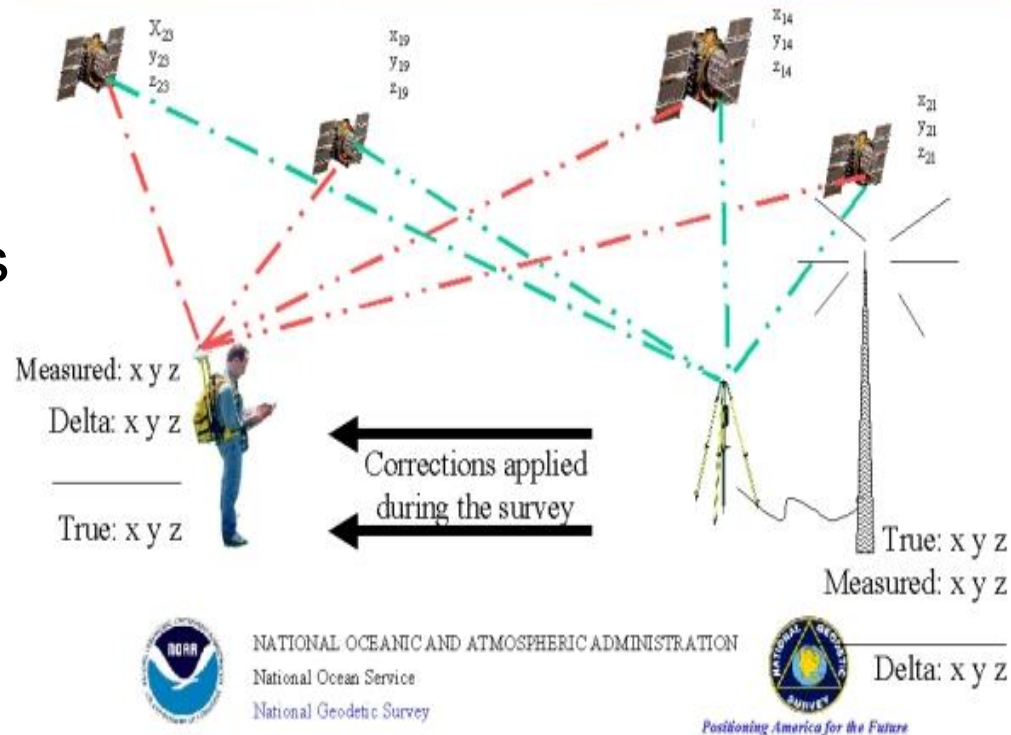
- **GPS** (pikemalt **NAVSTAR GPS** on akronüüm sõnadest *NAVigation System with Time And Ranging Global Positioning System*) on ülemaailmne asukohamääramise süsteem, mis loodi Ameerika Ühendriikide Kaitseministeeriumi poolt. Hetkel ainus täisfunktsionaalne GNSS.
- GPS seadmed kasutavad asukoha määramiseks vähemalt 24 satelliiti (“GPS tähtkuju”), mis tiirlevad ümber Maa 20 200 km kõrgusel. Sellise kaugusega on tagatud orbiitide stabiilsus, täpsus ja täpsustus – ei sega maa atmosfäär.
- Satelliitide omavaheline asend on arvestatud nii, et igal ajahetkel (24h) peaaegu igas maakera punktis oleks rohkem kui 15° kõrgusel horisondist nähtaval vähemalt 4 satelliiti, mis on piisav täpseks mõõtmiseks. Asukoha määramise täpsus on mõni meeter.

Lihtsustatud tööpõhimõte

- GPS vastuvõtja arvutab asukohta kasutades enda ja kolme või rohkema satelliidi vahelist kaugust.

- Teades signaali levimise kiirust ($3 \times 10^8 \text{ m/s}$ valguse kiirus vaakumis, õhus pisut vähem) ja mõõtes aega, mis kulub signaalil satelliidilt vastuvõtjani jõudmiseks, arvutatakse signaali teekonna pikkus (signaalis sisaldub mitmesugune informatsioon sealhulgas: satelliidi asukoht, signaali saatmise algusaeg jne.).

Real-Time Differential GPS

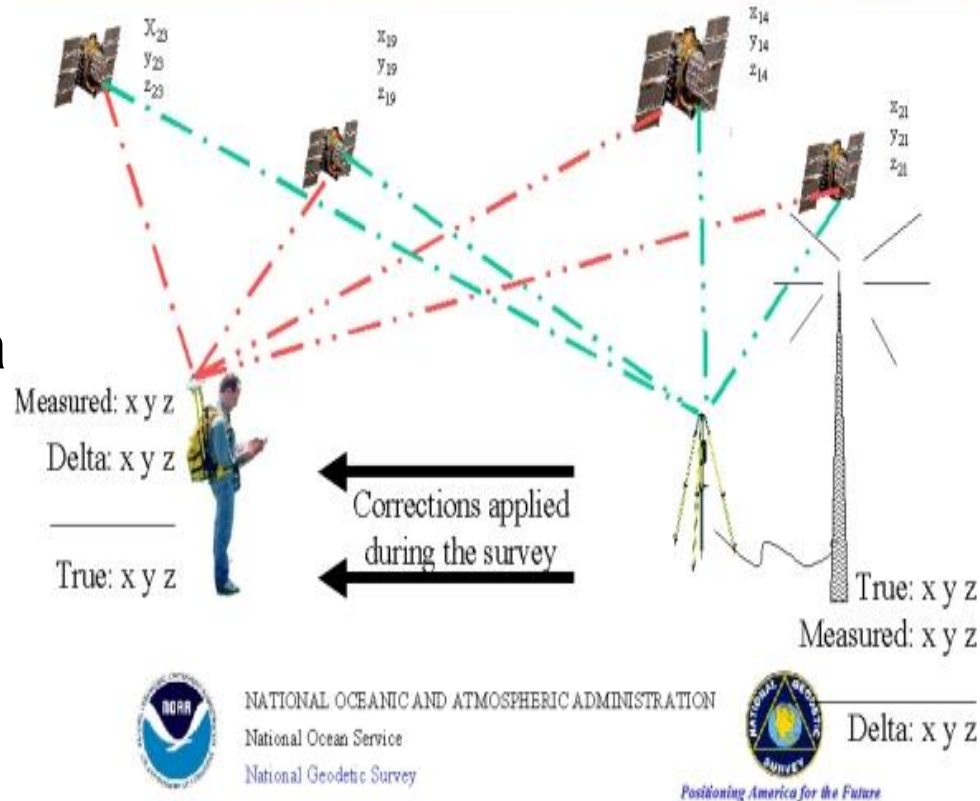


Lihtsustatud tööpõhimõte

- Kui vastuvõtja teab oma kaugust vähemalt kolmest satelliidist, arvutab ta oma asukoha, kasutades trilateratsiooni meetodit (vähemalt kolme satelliiti on vaja, et määrata oma asukoht tasapinnal (pikkus- ja laiuskraad), nelja satelliidi olemasolul ja sobival paiknemisel saab määrata ka kõrguse merepinnast).

- Vastuvõtja kella täpsustatakse satelliidilt tuleva signaali järgi (satelliidil on peal 4 ülitäpset aatomkella – korraka kasutusel vaid 1).

Real-Time Differential GPS



Süsteemi segmentatsioon

- NAVSTAR GPS koosneb kolmest osast. Need on kosmose segment (*space segment* (SS)), kontrollsegment (*control segment* (CS)) ja kasutaja segment (*user segment* (US)).
- **Kosmose segment**
- Kosmose segment koosneb orbiidil olevatest GPS satelliitidest. GPS süsteem on üles ehitatud 24. satelliidile mis on võrdselt jaotatud kuuele orbiidile. Orbiidi kese paikneb maakera keskpunktis. Kõik kuus orbiiti on ekvaatori suhtes umbes 55° nurga all. Orbiitide omavaheline nurk on 60° . Orbiidi kõrguseks on 20 200 km ja orbiidi raadiuseks 26 600 km. Kõik satelliidid teevad kaks tiiru ümber maakera ühe sideerilise päeva jooksul.
- Alates [2007.](#) aasta septembrist on süsteemis kasutusel 31 satelliiti.

Süsteemi segmentatsioon

■ Kontrollsegment

- Toimub satelliitide aatomi kellade sünkroniseerimine ning ajatabelite uuendamine (4 jaama USA Kaitsemin.-i järelvalve all); ajatabelid on analoogsed arvutustabelitele, mida kasutatakse astronoomias ja navigatsioonis taevakehade järgi asukoha määramiseks

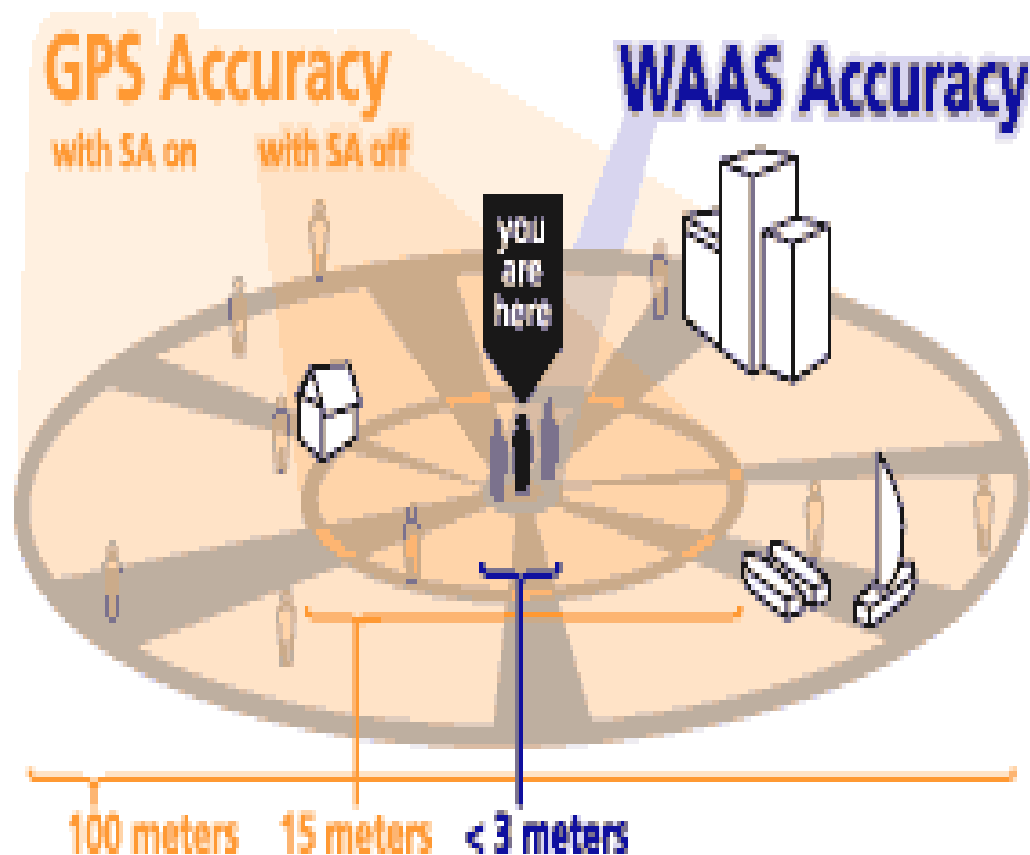
Süsteemi segmentatsioon

■ Kasutaja segment

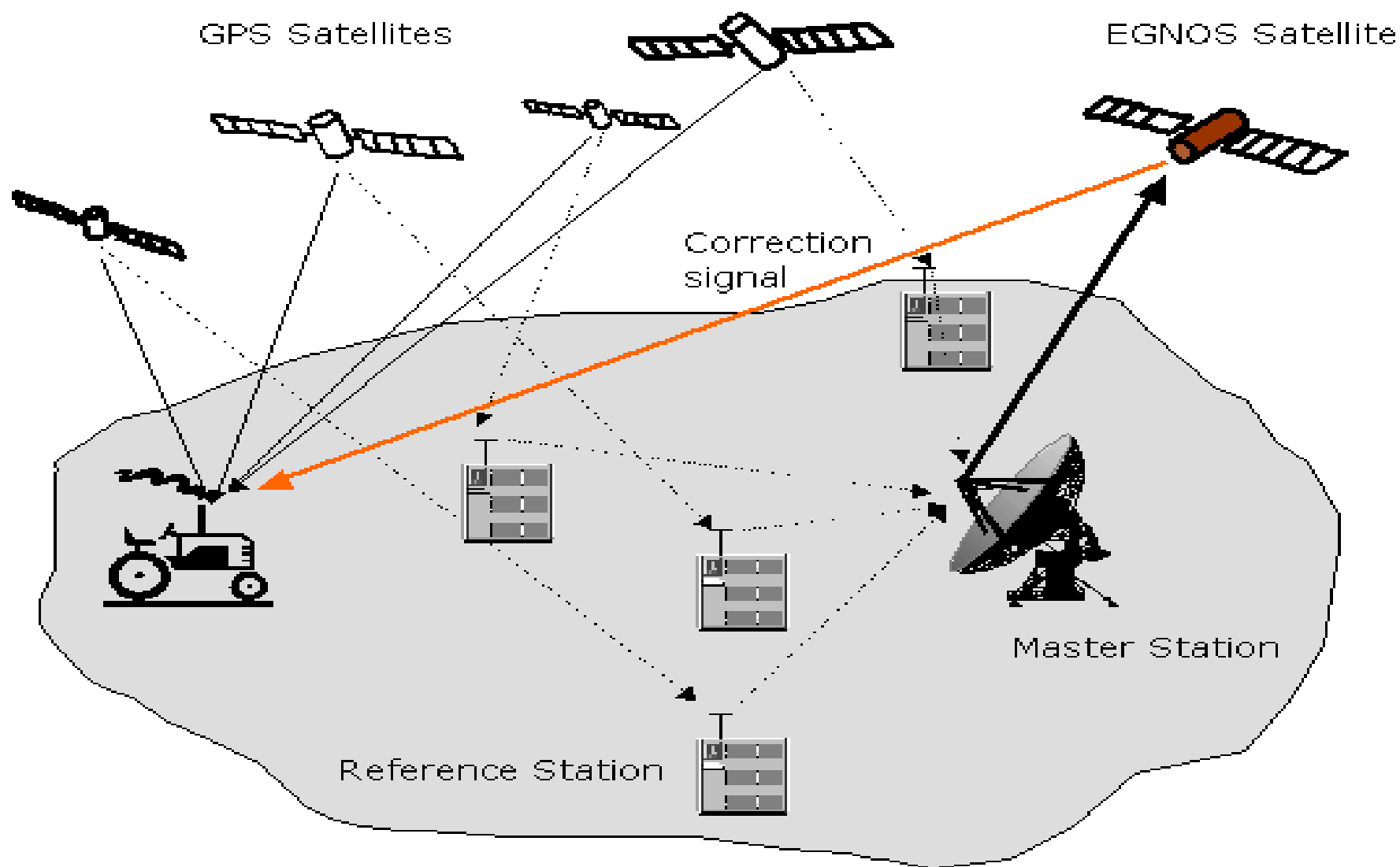
- Siia kuulub kasutaja poolt soetatud GPS vastuvõtja ning selle töötamise võimalikkus;
- Töötab sagedusel 1100-1500 MHz
- Lisaks eraldiseisvale väikesemõõdulistele ja kergekaalulistele käsiseadmele, on GPS vastuvõtja-funktsioon juba olemas mob.telefonides, fotoaparaatides.
- Navi., seire, kaartistamine, aja seire

GPS viga ja selle vähendamine

- WAAS (**W**ide **A**rea **A**ugmentation **S**ystem) satelliidid katavad ainult Põhja Ameerika. (Täpsus <3m 95% ajast).
- Analoogiline süsteem on Euroopas – EGNOS (**E**uro **G**eostationary **N**avigation **O**verlay **S**ervice)
- WAAS vastuvõtjad on ühtesobivad EGNOS-ega.



WAAS ja EGNOS töötamise skeem

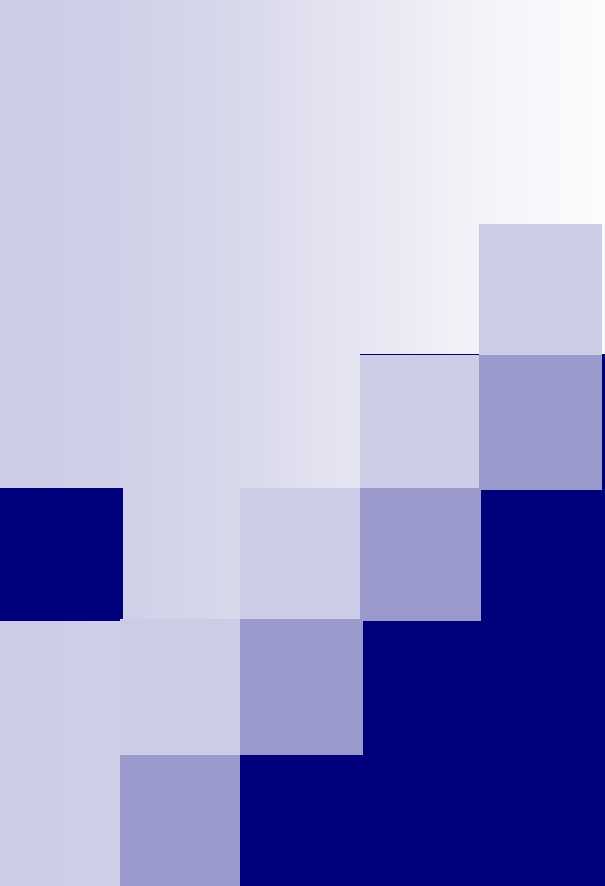


GPS – planeeritavad alternatiivid

- **Glonass** – “**GLO**bal’naya **NA**vigatsionnaya **S**putnikovaya **S**istema” opereeritav Vene Kosmose Jõudude poolt (loodud juba endise Nõukogude Liidu poolt); satelliidid asuvad 19 100 km kõrgusel; taastatakse 2010.a.-ks
- **Galileo** – ehitaja Euroopa Liit ja ESA (Euroopa Kosmose Agentuur); satelliidid asuvad 23 222 km kõrgusel; valmimas 2013.a.-ks

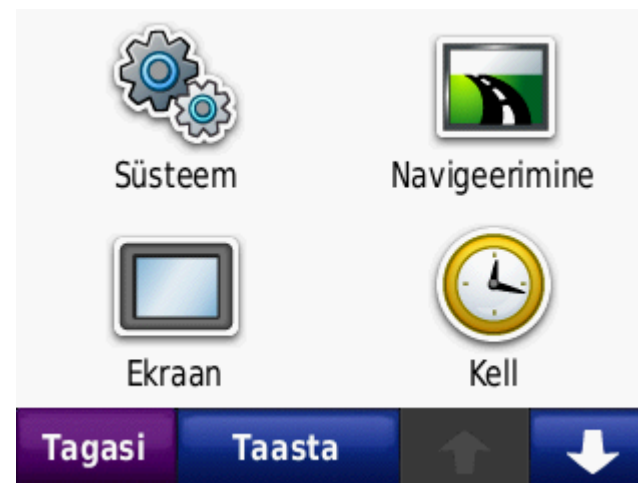
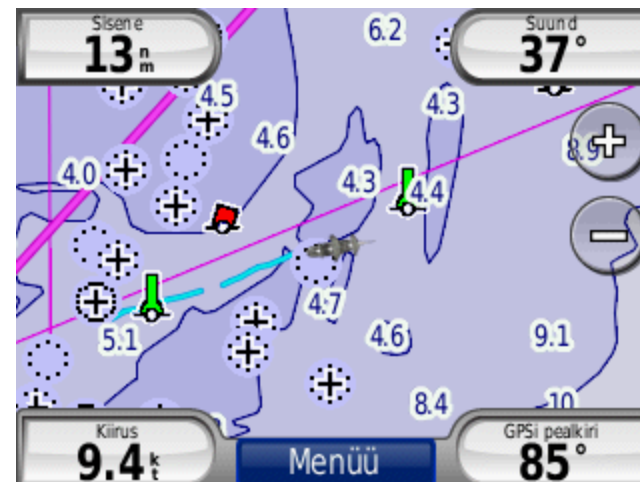
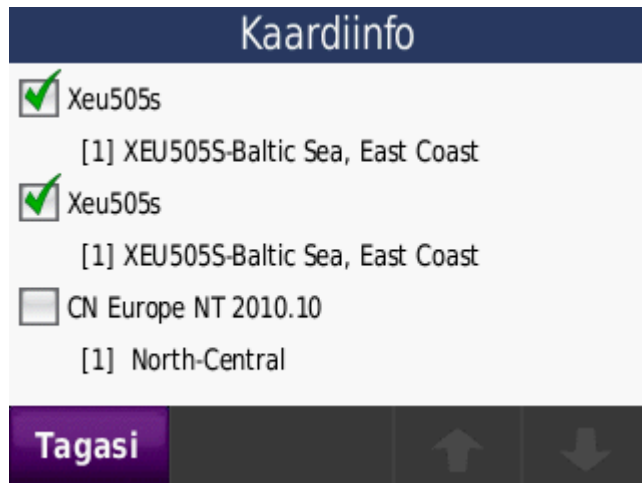
GPS - planeeritavad alternatiivid

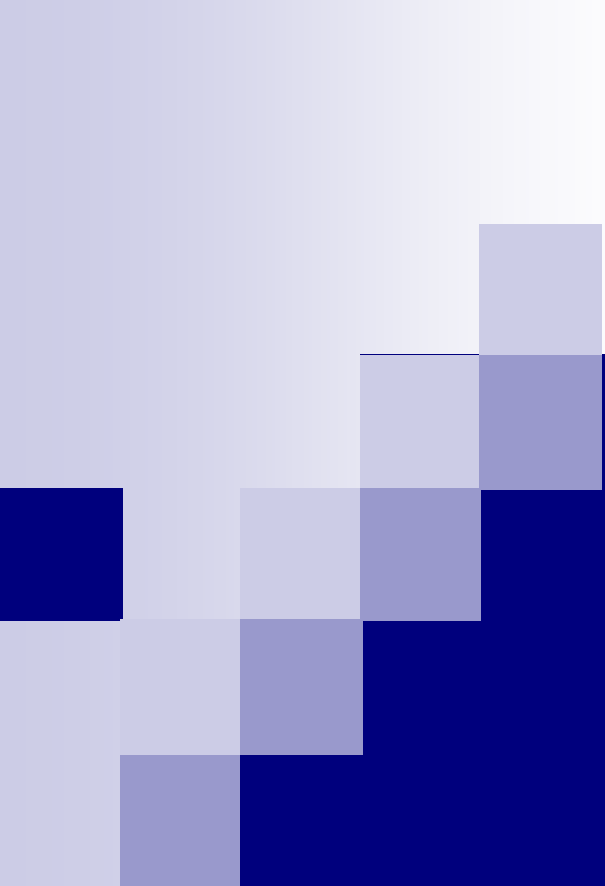
- **COMPASS** – teatakse ka nime all “**Beidou**” (*suur vanker*) või “**Big Dipper**”; hetkel Hiina regionaalne nav.süsteem
- **DORIS** – geodeesia “abisüsteem” Prantsusmaal, täpsuselt jääb NAVSTAR GPS-ile alla
- **IRNSS** – **I**ndian **R**egional **N**avigational **S**atellite **S**ystem, täpsus u. 20m, tegevusraadius ümber India kuni 2000km; 3 segmenti valmivad 2013.a.-ks
- **QZSS** – **Q**uasi-**Z**enith **S**atellite **S**ystem; Jaapan, 3 satelliidi põhine süsteem regionaalseks kasutamiseks, esimene satelliit saadetakse orbiidile 2008.a.



GPS-plotterid

Garmin nüvi 550





RADAR



Sõna **RADAR** on tuletatud väljendist: **RA**DIO **D**ETECTION **A**ND **R**ANGING

- Radar on elektrooniline seade, mida kasutatakse laevadel objektide avastamiseks ja laeva ümbritseva olukorra jälgimiseks

Radari (Radio Direction and Ranging) tööprintsip

- Elektromagnetilised mikrolaineid peegelduvad kõikidelt suurematelt aatomi tiheduse muutustelt, mis on aine ja teda ümbritseva keskkonna vahel. See tähendab, et tahke keha vaakumis või õhus peegeldab radari raadiolaineid.

Eriti hästi on seda näha elektrit juhtivate materjalide puhul, nagu näiteks metallid ja karbonfiiber ehk süsinikkiud, mis teeb radari väga sobivaks lennukite ja laevade jälgimiseks. Radarile nähtamatuks jäävad materjalid sisaldavad resistentseid ja magnetilisi aineid. Neid kasutatakse sõjanduses, et peita näiteks lennukid ja laevu radari vaatevälja eest

Kauguse mõõtmine radariga

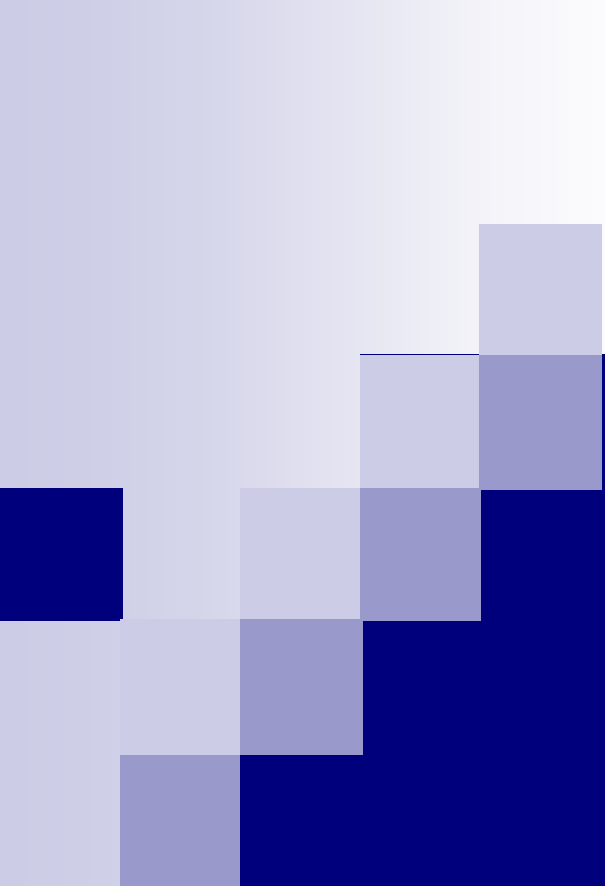
- Radariga saab mõõta ka kaugust. Selleks on kaks erinevat võimalust. Mõlema variandi puhul saadetakse signaal radarist välja ning hiljem püütakse see sama signaal uuesti kinni.
- Radar vaheldumisi kas saadab või võtab vastu. Sellest tulenevalt on väga raske või isegi võimatu teha sellist radarit, mis oleks hea nii pikkade vahemaade kui ka lühikeste vahemaade mõõtmiseks, sest signaali võnge on erinev. Seega iga radar kasutab kindlat tüüpi signaali.
- Pikamaa-radarid kasutavad pikemaid võnkeid ja pikki viivitusi nende vahel, aga lühimaa-radarid kasutavad väiksemaid võnkeid ja väiksemat viivitust nende vahel.

Kauguse mõõtmine radariga

- Pulseeriva radari korral saadetakse signaal välja ja mõõdetakse aega millal signaal tagasi jõuab, siis aga korratakse tegevust. Saadud aja ja raadiolaine levimise kiiruse järgi saadakse kätte teepikkus, mille raadiolaine läbis. Kuna raadiolaine läbis kaks „otsa” siis tuleb see jagada kahega ja kaugus ongi teada.
- Sagedusmodulatsiooni radari puhul saadetakse signaal välja kogu aeg ja signaali võetakse vastu ka kogu aeg. Signaali sagedust aga moduleeritakse ehk siis muudetakse teda mingil kindlal viisil ja kiirusel. Hiljem kui signaal tagasi vastuvõtjasse jõuab on võimalik kindlaks teha kui palju on signaal sagedus muutunud, selle kaudu ka aeg mis kulus liikumisele ja sealt on juba vahemaa või teepikkuse arvutamine lihtne.







Kajalood

KAJALOOD

- Ultraheli kasutamise põhineb sageli **kajameetodil**. Ultraheli peegeldub teele jäävalt takistuselt. Kui püüda kinni peegeldunud helisignaali ning registreerida ajavahemik helisignaali väljasaatmise ja vastuvõtmise vahel, saab arvutada takistuse kauguse (vaata animatsiooni: [kajalood](#)). Ultraheli võimaldab **nahkhiirtel** pimeduses orienteeruda. Nahkhiir tekitab ultraheli sagedusega helisignaale ja võtab kõrvadega vastu ümbritsevatelt objektidelt peegeldunud heli. Nii saab ta teada takistuste asukohad ning suudab vältida kokkupõrget.
- Ultraheli kasutatakse laialdaselt **meditsiinis**. Organismis on erinevad koed, mille tihedused erinevad üksteisest. Kuna ultraheli peegeldub osaliselt kudede lahutuspinnalt, siis võimaldab see määrata erinevate kudede asendit (**ultrahelidiagnostika**). Lisaks diagnostikale kasutatakse ultraheli ka **teraapias**. Ultraheli neeldumine kudedes põhjustab kudede soojenemist. Ultraheliga saab soojendada ka luid ja liigeseid. Kui ultraheli intensiivsus on liiga suur, siis võib see põhjustada kudede hävimist.
- **Tööstuses** kasutatakse ultraheli esemete või detailide defektide kindlakstegemisel. Ultraheli peegeldub tagasi uuritava eseme pinnalt. Kui esemel on pragusid või konarusi, siis on võimalik kajameetodil määrata defektide asukohta ja sügavust.
- **Laevanduses** kasutatakse ultraheli kalaparvede, allveelaevade, jäämägede ja mitmesuguste teiste veealuste objektide asukoha määramiseks. Ultraheliga saab uurida ka merepõhja sügavust ja põhja reljeefi. Vastavat aparati nimetatakse **kajaloeks** (sõnast: *kajalood*)

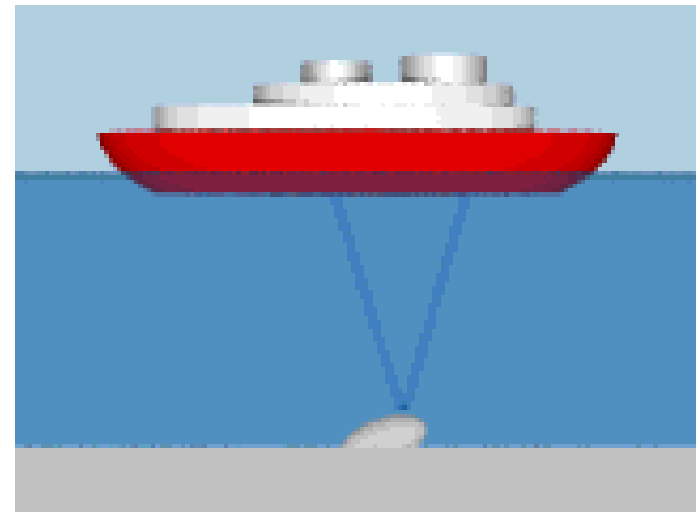
Tööpõhimõte

- Ultraheli kasutatakse laevanduses merepõhja sügavuse ja reljeefi määramiseks. Kajaloodi saatja suunab merepõhja lühikese ultrahelisignaali. Heli peegeldub merepõhjalt kajaloodi vastuvõtjasse. Registreeritakse ajavahe väljasaadetud ja vastuvõetud signaalide vahel. Kuna heli kiirus vees on teada, siis saab automaatselt arvutada kauguse merepõhjani:
 $\text{kaugus} = 0.5 \cdot \text{aeg} \cdot \text{heli kiirus vees (1500 m/s)}$

Töösagedused:

50 kHz – sügav vesi, väiksem täpsus

192 ja 200 kHz – madalamad veed, kitsam vaatevälja nurk, täpsem pilt



KELVIN HUGHES

GDS101 Echo Sounder

LCD Sounder (no paper needed)

24 Hour memory for replay

50 and 200Khz Transducers

Dual frequency with simultaneous transmission

GPS Position, Speed, Heading and Time display

Optional Printer and Remote Digital Display

Deep and Shallow Water Alarms

Gate Valve option

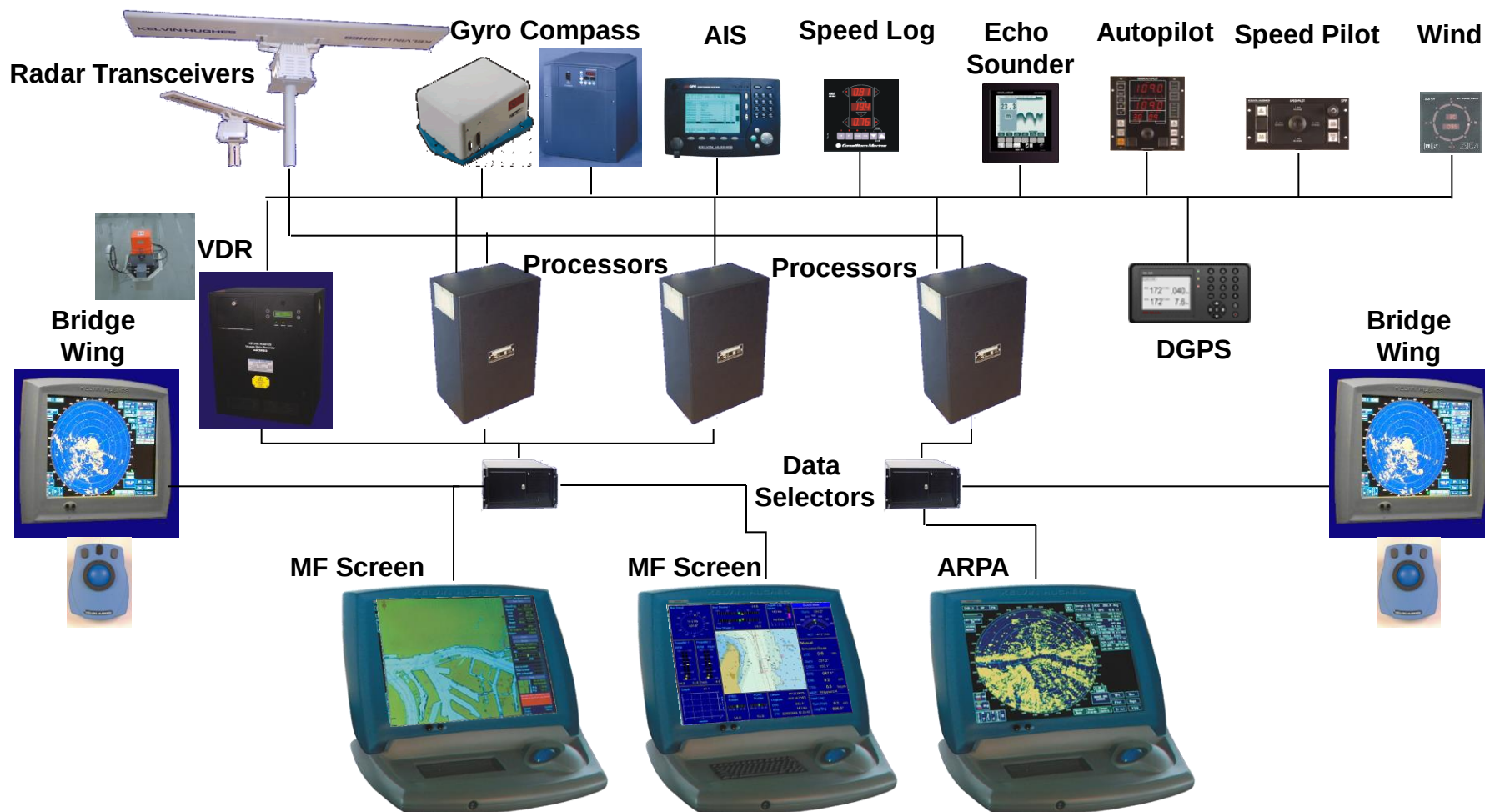


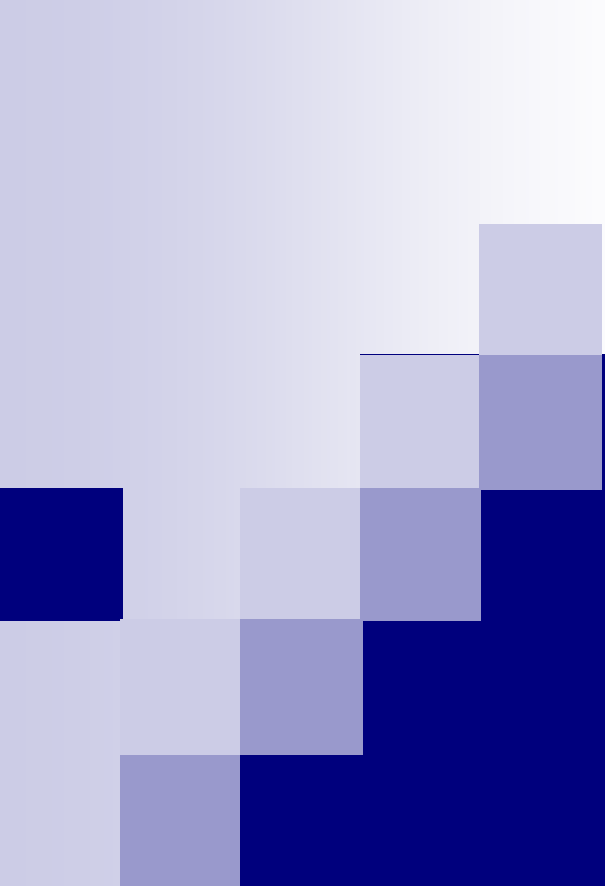
Elektroonilised Navigatsiooniseadmed



KELVIN HUGHES

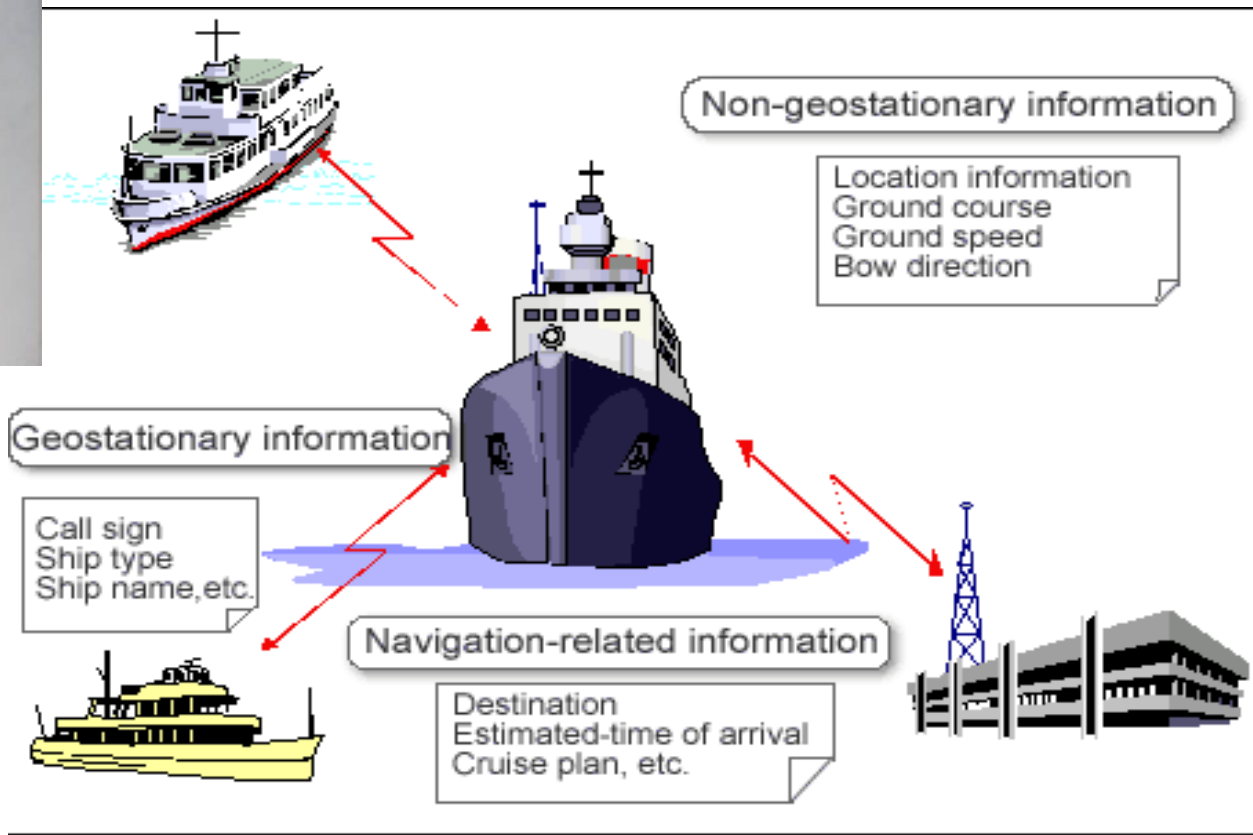
MANTABridge System





AIS

AIS süsteem töötab VHF baasil

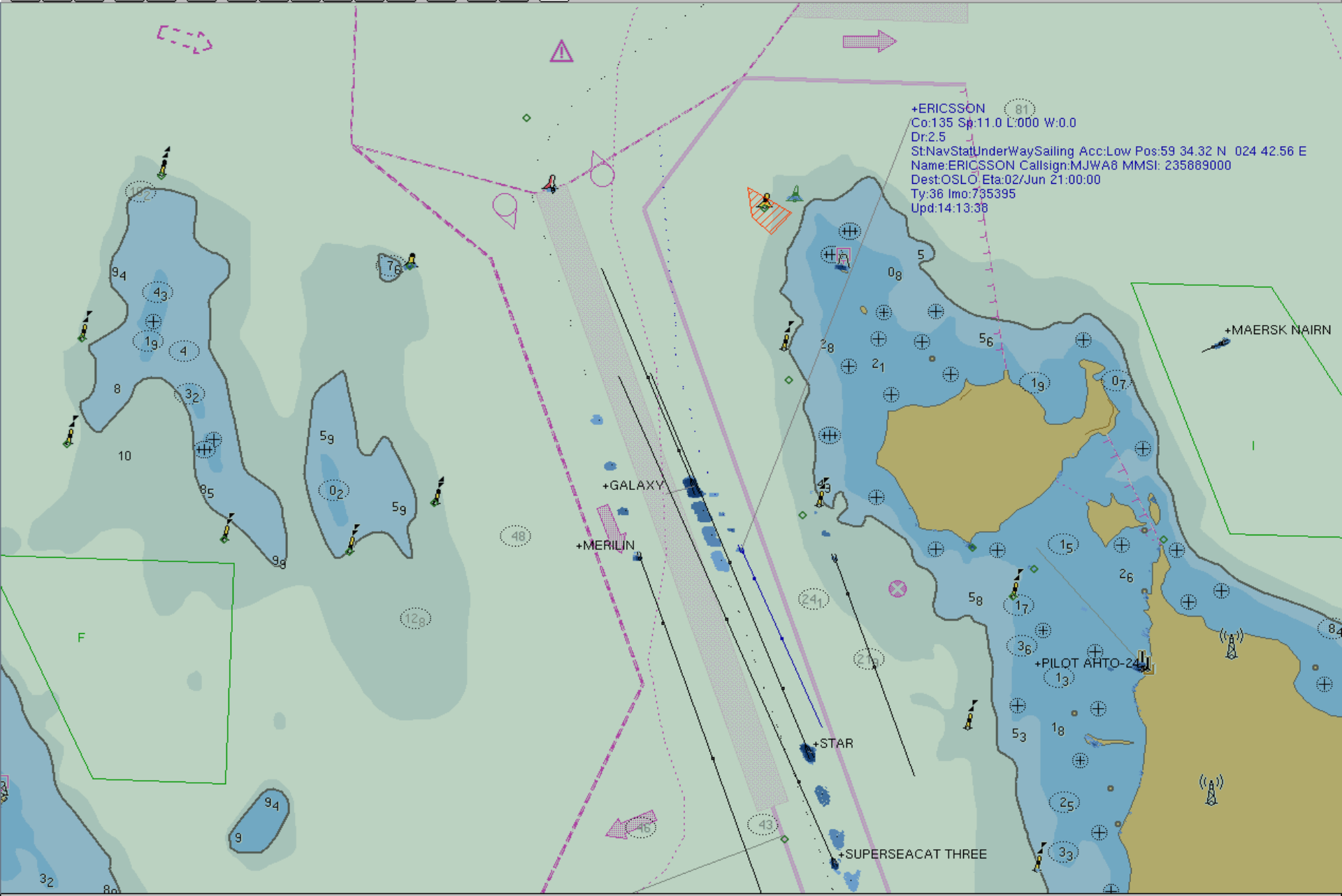


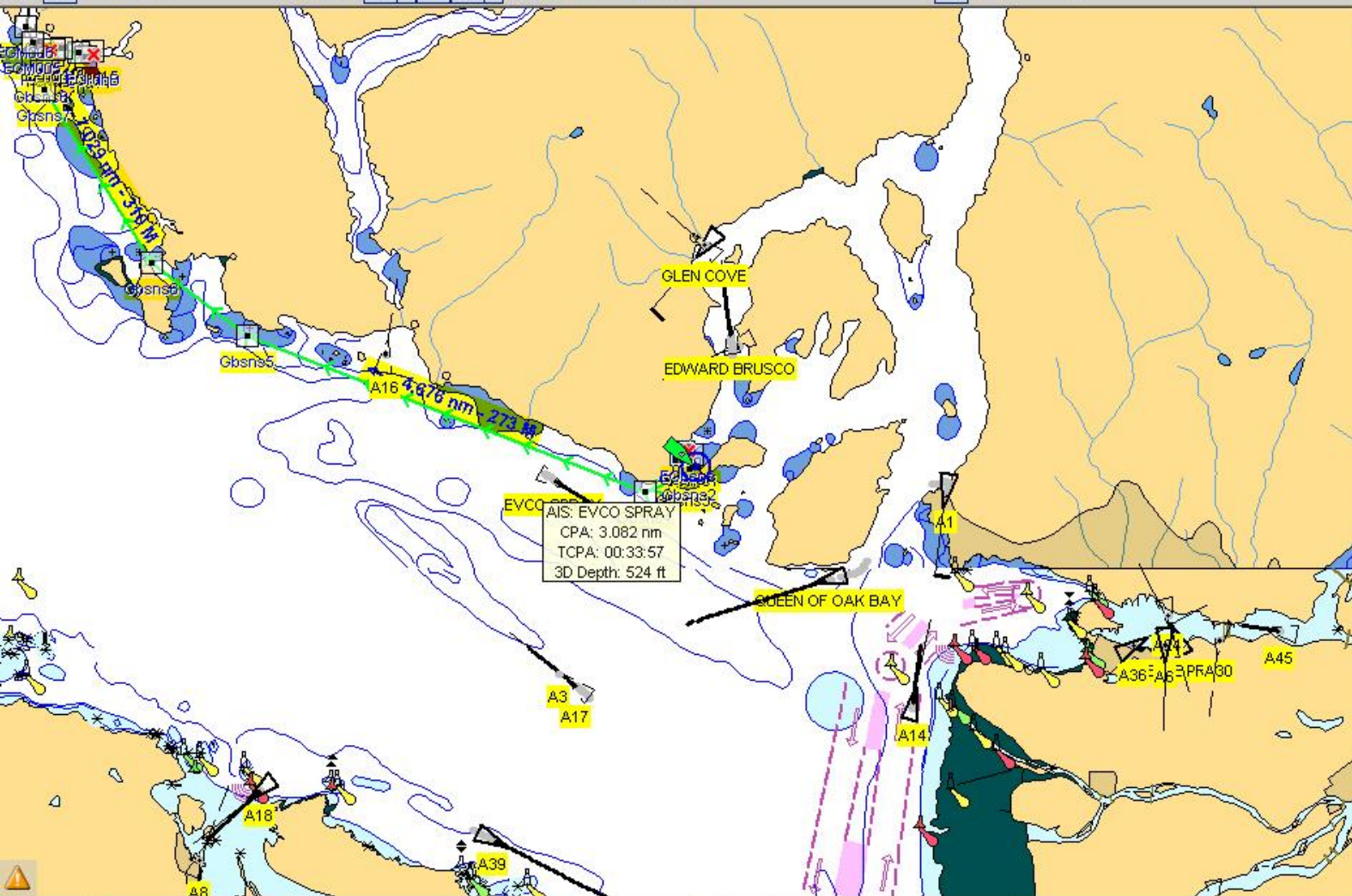
AIS panus



AIS A-klass ja B-klass







DGPS OK

Raptor Dance
 Lat: 49 23.971 N
 Lon: 123 30.340 W
 Dpt: N/A
 Wtr: N/A
 BSP: N/A
 SOG: 0.0 kts
 Hdg: N/A
 COG: 114 M
 TWS: N/A
 TWD: N/A
 AWS: N/A
 AWA: N/A
 Set: N/A
 Dft: N/A

XTE: 8 ft L
 Rng: 159.8 yd
 Brg: 079 M
 VMG-WPT: 0.0 kts

Gbsns
 ETA: Never
 TTG: Never

AIS: HARKEN 10 Lock Find Last Contact: 18 seconds

CPA 2.555 nm	Range 4.183 nm	COG 227 M	Latitude 49 27.682 N
TCPA 05:31:55	Bearing 009 M	SOG 0.6 kts	Longitude 123 27.374 W

More Info

Name: HARKEN 10
 Call Sign/IMO Number: Unknown/Unknown
 Type: WIG - Towing and length of the tow exceeds 200 m or breadth exceeds 25 m
 Status: Under way
 Rate of Turn: Unknown
 Destination: HOWE SOUND